

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 769 453

②1 N° d'enregistrement national : 97 12414

⑤1 Int Cl⁶ : H 04 N 7/64

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 06.10.97.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.04.99 Bulletin 99/14.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : TELEDIFFUSION DE FRANCE
SOCIETE ANONYME — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BAINA JAMAL et BRETILLON
PIERRE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET ORES.

⑤4 PROCÉDE D'EVALUATION DE LA DEGRADATION D'UNE IMAGE VIDEO INTRODUITE PAR UN SYSTEME DE
CODAGE ET/OU DE STOCKAGE ET/OU DE TRANSMISSION NUMERIQUE.

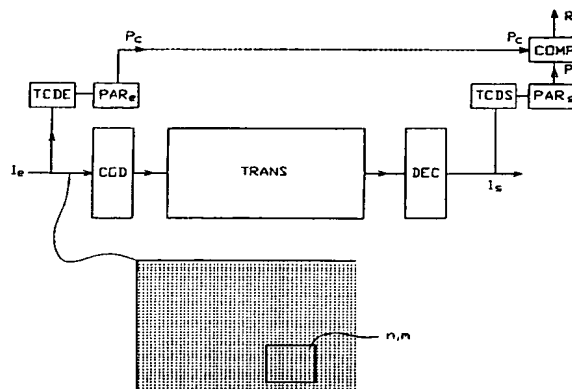
⑤7 L'invention concerne un procédé d'évaluation de la
dégradation d'une image vidéo codée par blocs de points
images ou pixels. Il comporte les étapes suivantes:

a) sélectionner une image d'entrée et déterminer son ac-
tivité spatiale (SA) dans une fenêtre d'analyse selon les
sous-étapes suivantes:

i) déterminer pour chaque bloc (n, m) les coefficients
transformés $F_n, m(i, y)$ par une transformée par blocs
ii) déterminer à partir des coefficients transformés F_n, m
(i, y) l'activité spatiale bsa de chaque bloc
iii) déterminer l'activité spatiale globale SA_1 de la fenêtre
d'analyse

b) sélectionner l'image de sortie correspondant à l'im-
age d'entrée et déterminer ladite activité spatiale globale SA_2
de l'image de sortie

c) comparer les activités spatiales (SA_2) et (SA_1).



FR 2 769 453 - A1



BEST AVAILABLE COPY

PROCEDE D'EVALUATION DE LA DEGRADATION D'UNE IMAGE VIDEO
INTRODUITE PAR UN SYSTEME DE CODAGE ET/OU DE STOCKAGE
ET/OU DE TRANSMISSION NUMERIQUE

La présente invention a pour objet un procédé
5 d'évaluation de la dégradation d'une image vidéo,
introduite par un système de codage et/ou de stockage
et/ou de transmission numérique, notamment un système
mettant en oeuvre un codage et/ou un stockage et/ou une
transmission de signal vidéo numérique avec un bas débit.

10 Les dégradations sont en général dues aux
erreurs introduites par les algorithmes de réduction de
débit et/ou par les liaisons défectueuses de transmission
ou bien encore aux défauts des codeurs et des décodeurs.

La numérisation des signaux vidéo a ouvert la
15 possibilité de pouvoir copier, stocker ou transmettre
l'information vidéo en maintenant une qualité constante.

Cependant, la grande quantité d'information
véhiculée par les images vidéo nécessite en pratique
l'utilisation de méthodes de compression numérique pour
20 réduire le débit binaire.

Une méthode de compression très répandue dans
le domaine de la vidéo est décrite dans la norme ISO/CEI
13918 MPEG2. Cet algorithme est dit du type "avec
pertes", car l'image restituée après le décodage n'est
25 pas identique à l'original. Afin de maintenir une qualité
acceptable pour le téléspectateur final, les algorithmes
de réduction de débit tiennent compte des propriétés
perceptuelles du système humain de vision. En dépit de
ceci, les contraintes imposées de débit ou de largeur de
30 bande disponible pour la transmission ainsi que le
contenu du signal vidéo impliquent l'apparition de
dégradations caractéristiques sur le signal après
décodage. Ces dégradations introduites par la chaîne, par
exemple MPEG2, influent directement sur la qualité perçue
35 de l'image finale.

L'évaluation automatique de la qualité des signaux audiovisuels a un large champ d'applications dans la chaîne de télévision numérique : production, distribution, et évaluation des performances des systèmes.

Par ailleurs, les dispositifs existants ont été élaborés pour des tests en laboratoires et ne sont pas adaptés pour la télésurveillance des réseaux de distribution.

Des séquences d'images codées MPEG et transmises à bas débit pour la diffusion de la télévision numérique ou pour d'autres applications multimédia, vont présenter un certain nombre de défauts ou de déformations par rapport à la séquence originale. En effet, une liste non exhaustive de dégradations visibles peut être dressée. Les plus perceptibles d'entre elles sont les erreurs granulaires, les déformations de contours, les pertes d'information, les contours "exotiques", les effets de bloc, etc.. Cependant, des erreurs de transmission peu importantes peuvent se traduire par des effets plus ou moins localisés sur l'image. En cas de perturbation importante, elles peuvent se traduire par des difficultés d'accès aux informations, par exemple coupures de service ou gels d'images pendant un temps plus ou moins long selon la perturbation. L'envergure des erreurs dépend du niveau de pertinence et de la structure des données qu'elles affectent : mots de synchronisation, vecteurs mouvement, images codées avec ou sans prédiction ou images de base pour les prédictions. En plus des coupures ou gels d'images, les dégradations constatées se matérialisent par des blocs ou des macro-blocs erronés ou mal positionnés. Ceci a pour effet de propager les dégradations sur toute la séquence vidéo jusqu'à l'image codée sans prédiction, donc codée indépendamment des autres.

Un procédé d'évaluation a été proposé par le NTIA (National Telecommunications and Information Administration) dans l'article de A.A. WEBSTER et Collaborateurs, intitulé "An objective videoquality assesment system based on human perception" et publié en 5 juin 1993 dans la revue SPIE vol.13, p.15-26.

Ce procédé met en oeuvre une analyse des images dégradées et des images d'origine, après les avoir filtrées par deux opérateurs de SOBEL (matrices 3x3) 10 vertical et horizontal. L'image filtrée est obtenue par convolution en faisant glisser les matrices de SOBEL horizontalement et verticalement, et les résultats obtenus représentent les gradients verticaux et horizontaux de l'image. En d'autres termes, l'image 15 filtrée met en valeur les contours verticaux et horizontaux contenus dans l'image initiale (non filtrée).

Une mesure basée sur cette information permet de mettre en évidence le changement de contenu entre l'entrée du système vidéo et sa sortie.

20 Le procédé proposé par le NTIA met en oeuvre deux paramètres :

- d'une part, l'information spatiale SI qui représente l'écart moyen mesuré sur les pixels de l'image filtrée par l'opérateur de SOBEL. Il s'agit ici de 25 déterminer l'écart moyen au niveau des contours de l'image filtrée, en considérant que les contours sont importants pour la vision et qu'ils sont affectés par les différents traitements des systèmes numériques à réduction de débit ;

30 - d'autre part, l'information temporelle TI qui représente l'écart-type de l'image de différence entre deux images successives, cet écart-type étant calculé à partir des différences entre les valeurs des mêmes pixels de deux trames successives. Le paramètre TI 35 peut révéler un mouvement saccadé dû à un défaut du codeur.

Le procédé proposé par le NTIA met en oeuvre un calcul comparatif des paramètres SI et TI sur le signal vidéo numérique, entre une image d'entrée et une image de sortie d'un système.

5 Ce procédé présente un certain nombre d'inconvénients.

Le filtre de SOBEL conserve seulement certaines fréquences de l'image qui permettent de prendre en compte la perte de contour, ce qui fait que la perte
10 de définition qui pourrait être prise en compte est celle qui se situe dans la gamme des fréquences conservées. En d'autres termes, la perte de définition ne peut être prise en compte que de manière partielle.

D'autre part, le paramètre SI prend en compte
15 des défauts qui tendent à se compenser. En effet, la perte d'information de l'image tend à faire diminuer le paramètre SI alors que les faux contours et les effets de bloc tendent au contraire à le faire augmenter, ce qui fait que le paramètre SI n'est significatif que si l'un
20 ou l'autre des phénomènes est dominant.

Enfin, la méthode de calcul des paramètres SI et TI, en utilisant un écart type calculé de manière globale sur l'image entière, réduit de manière drastique l'impact sur ces paramètres des dégradations localisées.

25 La présente invention a pour objet un procédé qui permet de remédier au moins en partie aux défauts précités.

Le procédé selon la présente invention exploite une transformée par blocs, par exemple la
30 transformée en cosinus discrète utilisée notamment dans le standard MPEG, pour mettre en valeur des signatures caractéristiques des défauts identifiés. Cette approche originale permet non seulement de mesurer finement les erreurs introduites, mais elle permet également de tenir
35 compte du contenu initial du signal vidéo et des algorithmes mis en oeuvre dans MPEG.

Les transformations par blocs d'une image (transformée de Fourier, transformée en cosinus discrète TCD, etc...) sont obtenues par l'opération :

$[F_{n,m}] = [T] \cdot [f_{n,m}] \cdot [T]^T$ où $f(x,y)$ désigne le
 5 bloc d'image à transformer et $T(x,y)$ la matrice de la transformation. Une autre transformée par blocs est réalisée à partir de la transformée en ondelettes de l'image, en réorganisant les coefficients d'ondelettes de manière à obtenir des blocs transformés ayant la taille
 10 désirée et en particulier de même taille que les blocs obtenus par les méthodes précitées. Un tel mode de réorganisation est indiqué dans l'article de R. de QUEIROZ et Collaborateurs, intitulé "Wavelet transforms in a JPEG - like Image Coder", publié en avril
 15 1997 dans la revue IEEE Transactions On Circuits and Systems for Video Technology, vol. 7 n°2 p. 419-424.

L'idée de base de l'invention est en particulier de réaliser des calculs sur les blocs selon lesquels l'image transmise a été codée, de manière à
 20 générer un paramètre significatif exempt de l'effet de bloc.

L'invention concerne ainsi un procédé d'évaluation de la dégradation d'une image vidéo codée par blocs de points images ou pixels, cette dégradation
 25 étant générée par un système de codage et/ou de stockage et/ou de transmission produisant une image de sortie à partir d'une image d'entrée, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

a) sélectionner une image d'entrée et
 30 déterminer une activité spatiale (SA) de l'image d'entrée dans une fenêtre d'analyse représentant au moins une partie de l'image qui présente un ensemble de dits blocs de points images ou pixels, cette détermination mettant en oeuvre les sous-étapes suivantes :

35 i) déterminer pour chaque bloc (n,m) du dit ensemble de blocs de pixels, les coefficients transformés

$F_{n,m}(i,j)$ par une transformée par blocs selon les dits blocs

ii) déterminer à partir des coefficients transformés $F_{n,m}(i,j)$, l'activité spatiale bsa de chaque bloc dudit ensemble de blocs de pixels

iii) déterminer à partir de l'activité spatiale de bsa de chaque bloc l'activité spatiale globale SA_1 de l'ensemble des blocs de pixels constituant la fenêtre d'analyse

b) sélectionner l'image de sortie correspondant à l'image d'entrée et déterminer ladite activité spatiale globale SA_2 de l'image de sortie dans ladite fenêtre d'analyse, en mettant en oeuvre les sous-étapes a i) à a iii)

c) comparer l'activité spatiale globale (SA_2) de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse et l'activité spatiale globale (SA_1) de l'image d'entrée dans la fenêtre d'analyse.

L'activité spatiale bsa d'un bloc (n,m) peut être déterminée par la formule suivante :

$$bsa_{n,m} = \left(\sum_{i=0}^{\bar{i}} \sum_{j=0}^{\bar{j}} F_{n,m}^2(i,j) \right) - (F_{n,m}^2(0,0))$$

L'activité spatiale bsa peut être obtenue comme indiqué ci-dessus par combinaison des carrés des composantes de l'image à partir de la quasi-totalité des composantes de la TCD. Toute autre fonction de combinaison des composantes de la transformée utilisée est applicable pour caractériser le contenu de l'image. Une fonction plus générale est :

$$bsa_{n,m} = \left(\sum_{i=0}^{\bar{i}} \sum_{j=0}^{\bar{j}} (k(i,j) \cdot F_{n,m}(i,j))^p \right) - (k(0,0) \cdot F_{n,m}(0,0))^p$$

où $k(i,j)$ est un coefficient constant de pondération de la composante i,j utilisée, et p une constante.

Il y a plusieurs possibilités pour choisir les constantes $k(i,j)$, et le choix de l'un ou l'autre se fait en fonction de l'application recherchée. En effet, la fonction $k(i,j)$ est choisie suivant la caractéristique à
5 mettre en exergue : tenir compte du système visuel ou extraire une partie de l'information pertinente. Les cas suivants sont proposés :

1) le procédé numéro un est à utiliser lorsque l'on privilégie une bonne corrélation avec la perception
10 humaine.

Les valeurs des constantes $k(i,j)$ sont initialisées en fonction de l'importance relative des coefficients de la transformée pour l'oeil humain, notamment sa sensibilité fréquentielle, afin de fournir
15 un paramètre d'activité représentatif de ce qui est perçu. Par exemple, dans le cas de la TCD, on prend $k(i,j) = 1/Q(i,j)$. Les $Q(i,j)$ sont les composantes de la matrice de quantification exploitée pour la réduction de débit, indiquées dans le document suivant qui est extrait
20 de la norme MPEG-2 : ISO/IEC CD 13818-2 : "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 2 : video", Dec 1993, p 45, § 6.3.7.

2) le second procédé est utilisé lorsque les
25 coefficients par exemple TCD affectés par la dégradation sont identifiables. Les constantes $k(i,j)$ sont choisies de manière à éliminer certains coefficients de la transformée utilisée. En effet, la pondération $k(i,j)$ est utilisée pour retenir les coefficients les plus affectés
30 ou sensibles à une dégradation donnée. Il s'agit d'une matrice binaire affectant zéro aux coefficients à éliminer et un aux coefficients pertinents. La sélection se base soit (a) sur la position du coefficient dans la matrice par exemple TCD, soit (b) sur son amplitude
35 moyenne :

a) les coefficients correspondant aux hautes fréquences spatiales sont souvent les plus affectés par la compression. Un exemple de matrice de pondération suivant le rang du coefficient par exemple TCD est donné dans le tableau ci dessous :

	0	0	0	0	1	1	1	1
	0	0	0	0	1	1	1	1
	0	0	0	0	1	1	1	1
10	0	0	0	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1

15

b) certains coefficients de faible amplitude sont ramenés à zéro lors de l'étape de compression.

Afin de choisir ces coefficients, une moyenne pondérée de chacun des coefficients sur la zone d'image analysée (de taille M.N. blocs) est effectuée :

$$\text{moyCoef}(i,j) = \frac{\sum_{n=0}^M \sum_{m=0}^N |F_{n,m}(i,j)|}{Q(i,j)} \quad , \text{ où } Q(i,j) \text{ est défini comme ci-dessus, en 1)}$$

Les coefficients dont les moyennes sont parmi les 48 plus faibles valeurs sont retenus. Pour ces derniers, $k(i,j)=1$ et pour les autres $k(i,j)=0$.

Dans le cas du paramètre "activité spatiale", on fixe $k(i,j)=1$, et $p=2$ pour la suite du document relative à la description des figures.

L'activité spatiale globale SA de l'ensemble des blocs peut être alors déterminée par la formule suivante :

$$SA = \overline{bsa_{n,m}} = \frac{1}{H \times W} \sum_{n=0}^{H-1} \sum_{m=0}^{W-1} bsa_{n,m}$$

(HxW) représentant le nombre de blocs de pixels dans la fenêtre d'analyse.

Ladite comparaison (étape c) est avantageusement effectuée à l'aide du paramètre LR défini de la manière suivante :

LR = $g_j[f_i(SA_1, SA_2)]$ avec $i, j \in \{1, 2\}$
 5 avec $f_1(x, y) = x - y$ ou $f_2(x, y) = x / y$
 et $g_1(x) = 100 \cdot |x|$ ou $g_2(x) = 100 \cdot |\log(|x|)|$
 et par exemple : $LR = \log_{10} (SA_e / SA_s)$.

Le procédé peut être alors caractérisé en ce qu'il met en oeuvre le calcul du paramètre LR sur une
 10 séquence de M images d'entrée et de M images de sorties correspondants, et en ce qu'il met en oeuvre le calcul d'un paramètre d'évaluation ou note de qualité MLR défini de la manière suivante :

15 $MLR = \text{Maximum}_M (LR)$

Le procédé peut être avantageusement caractérisé en ce qu'il comporte la détermination d'un indicateur d'activité temporelle TA pour un groupe de M images, déterminé de la manière suivante :

20
$$TA = \sqrt{\sum_{u=1}^{M-1} F_{SA}^2(u)}$$

$F_{SA}(u)$, pour u variant de 0 à M-1, désignant les M coefficients d'une transformée par blocs, par
 25 exemple une transformée en cosinus discrète appliquée à M échantillons temporels de l'activité spatiale SA.

Le procédé peut être caractérisé en ce qu'il comporte, en vue de la détermination de l'effet de bloc, les étapes suivantes :

30 d) déterminer l'activité spatiale SA_{d1} de l'image d'entrée dans une fenêtre d'analyse décalée présentant des blocs de points image ou pixels qui sont décalés d'au moins un pixel dans la direction des lignes de l'image et/ou dans une direction perpendiculaire à la
 35 direction des lignes de l'image par rapport auxdits blocs

de pixels de ladite fenêtre d'analyse, cette détermination mettant en oeuvre les sous-étapes suivantes

i) appliquer ladite transformée par blocs sur chaque bloc décalé (n,m) dudit ensemble de blocs de pixels de la fenêtre d'analyse décalée pour déterminer les coefficients transformés $F_{d,n,m}(i,j)$,

ii) déterminer à partir des coefficients transformés $F_{d,n,m}(i,j)$ des blocs décalés, l'activité spatiale bsa_d de chaque bloc dudit ensemble de blocs décalés,

iii) déterminer l'activité spatiale globale SA_{d1} de l'ensemble des blocs décalés constituant la fenêtre d'analyse décalée,

e) déterminer l'activité spatiale globale SA_{d2} de l'image de sortie dans ladite fenêtre d'analyse décalée en mettant en oeuvre pour l'image de sortie les sous-étapes d i) à d iii)

f) comparer d'une part l'activité spatiale globale SA_{d2} de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse décalée et l'activité spatiale globale SA_2 de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse, pour évaluer l'effet de bloc dans l'image de sortie et d'autre part l'activité spatiale SA_{d1} de l'image d'entrée dans la fenêtre d'analyse décalée et l'activité spatiale SA_1 de l'image d'entrée dans la fenêtre d'analyse pour évaluer l'effet de bloc dans l'image d'entrée.

L'effet de blocs se caractérise de deux manières différentes :

- intrinsèquement, c'est-à-dire par une fonction représentative du contenu de l'image et de l'image seule.

$$BM_2 = g, [f_i(SA_{d2}, SA_2)]$$

- de manière différenciée, c'est-à-dire qu'il est nécessaire de comparer deux valeurs d'une fonction représentative du contenu de l'image : la première

calculée sur l'image de référence (image d'entrée) et la seconde sur l'image dégradée (image de sortie).

$$BM = g_k \left[f_j \left(f_i (SA_{d2}, SA_2), f_i (SA_{d1}, SA_1) \right) \right], \text{ avec } i, j, k \in \{1, 2\}$$

5

et on a $f_1(x, y) = x - y$ ou $f_2(x, y) = x / y$

$$g_1(x) = 100 \cdot |x| \quad \text{ou} \quad g_2(x) = 100 \cdot |\log(|x|)|$$

10 En particulier, la formule $BM_2 = 100 \cdot \frac{SA_{d1}(t)}{SA_1(t)}$ est utilisée.

L'étape f met avantageusement en oeuvre la détermination d'un indicateur BM d'effet de bloc, selon la formule suivante :

$$15 \quad BM = \frac{SA_{d2} / SA_2}{SA_{d1} / SA_1} \times 100$$

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, en liaison avec les dessins ci-annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la présente invention,
- 25 - la figure 2 représente une grille alignée pour le calcul du paramètre d'évaluation SA et une grille décalée pour le calcul du paramètre SA_{d1} ,
- la figure 3 représente l'évolution du paramètre BM au cours d'une séquence filmée particulière,
- 30 - et les figures 4a à 4c représentent respectivement l'évolution temporelle du paramètre SA (4a) et la TCD appliquée à M échantillons successifs de SA (4b et 4c).

35 Selon la figure 1, des images d'entrée I_e sont codées par un codeur COD et transmises par un système de transmission TRANS, par exemple un système de

transmission par satellite, puis décodées à la réception par un décodeur DEC pour donner une image de sortie décodée I_s . Un circuit TCDE applique à titre d'exemple une transformée en cosinus discrète à l'image d'entrée I_e et un circuit PARE détermine les paramètres P_e de l'image d'entrée I_e qui seront utiles à l'évaluation à réaliser. De même, un circuit TCDS applique à titre d'exemple une transformée en cosinus discrète à l'image de sortie I_s et un circuit PARS détermine les paramètres P_s de l'image de sortie I_s qui seront utiles à l'évaluation à réaliser.

Un circuit de comparaison COMP effectue des comparaisons entre les paramètres d'évaluation P_e et P_s et produit en sortie des résultats d'évaluation R . Les paramètres P_e sont transmis vers la sortie par le système TRANS ou indépendamment de celui-ci. Alternativement, il est possible de faire "remonter" les paramètres P_s vers l'entrée afin qu'ils y soient comparés avec les paramètres P_e .

On remarquera également qu'il est possible d'utiliser les coefficients TCD disponibles au niveau du codeur COD et/ou du décodeur DEC, mais alors l'évaluation ne tiendra pas compte des défauts du codeur COD et/ou du décodeur DEC.

La transformée en cosinus discrète bi-directionnelle TCD fait correspondre à un bloc de $N \times N$ pixels (en général $N = 8$) de l'espace pixel un bloc de $N \times N$ coefficients du domaine transformé. Ces derniers expriment la représentation fréquentielle de l'amplitude de la luminance des pixels.

La transformée TCD présente des coefficients $F(u,v)$ dans lesquels :

- u,v = index de la fréquence spatiale horizontale et verticale,

- x,y = index de position horizontale et verticale du pixel dans le bloc,

- $f(x,y)$ représente la luminance du pixel au point (x,y) dans l'image,
- $F(u,v)$ représente le coefficient transformé au point (u,v) du domaine transformé,
- 5 - avec u,v,x,y variant de 0 à $N-1$ ($N = 8$).

Les paramètres exploités pour représenter les dégradations contenues dans les images numériques codées notamment en MPEG2 utilisent cette transformation.

10 Une information spatiale est fournie à partir du domaine transformé par le calcul de l'activité spatiale globale SA de l'image. Ce paramètre informe précisément sur les détails dans le signal image (I_t) indexé à l'instant t . (I_t) contient $(H \times W)$ blocs de pixels. La taille du bloc $f_{nm}(x,y)$ est 8×8 pixels (voir fig.1).

15 Dans un premier temps la transformée TCD par blocs est appliquée à l'image entièrement, ou partiellement (sur une zone d'intérêt ou fenêtre d'analyse). Le premier facteur représentatif du contenu de l'image, l'activité spatiale, est obtenu à partir de
20 l'image transformée TCD (I_t). Un bloc image très actif spatialement a une représentation conséquente dans le domaine transformé. Ses coefficients ont une amplitude et une distribution spectrale importantes.

Deux paramètres sont introduits, l'activité spatiale de bloc (bsa) et l'activité spatiale d'image SA(I_t). Ils représentent respectivement l'activité spatiale intra-bloc et intra-image.

Le contenu analysé est celui de chaque bloc de pixels $f_{nm}(x,y)$ de position à n,m dans l'image (I_t).

30 L'indicateur ($bsa_{n,m}$) pour le bloc n,m tient compte des composantes alternatives du bloc de coefficients transformés $F_{n,m}(u,v)$.

$$\text{On a : } bsa_{n,m} = bsa(f_{n,m}(x,y)) = \left(\sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 (F_{n,m}(i,j))^2 \right) - (F_{n,m}(0,0))^2$$

35

$SA(I_t)$ est l'expression du contenu global de l'image (ou de la zone d'analyse). Il est calculé par une moyenne des activités spatiales ($bsa_{n,m}$) des blocs concernés.

$$SA(I_t) = \overline{bsa_{n,m}(I_t)} = \frac{1}{H \times W} \sum_{n=0}^{H-1} \sum_{m=0}^{W-1} bsa(f_{n,m}(x,y))$$

où ($H \times W$) est le nombre de blocs de pixels de l'image ou de la fenêtre d'analyse.

L'indicateur d'activité spatiale global $SA(I_t)$ permet de qualifier la richesse de l'image. Ce paramètre est affecté par le codage à réduction de débit et par les erreurs de transmission. La comparaison du même paramètre calculé à l'entrée et à la sortie d'un système vidéo numérique contribue à l'identification des dégradations générées par ce système. Ce paramètre est représentatif des dégradations générées par le système, mais sans l'inconvénient d'une compensation entre les défauts. En effet, d'une part le calcul réalisé par blocs élimine les effets de bloc et d'autre part les pertes d'information et les faux contours se traduisent dans la transformée par des effets de perte des hautes fréquences, et ces deux phénomènes agissent donc dans le même sens.

L'évolution temporelle de $SA(I_t)$ représente les événements apparus dans la séquence vidéo. Par ailleurs, ce paramètre est affecté par le codage à réduction de débit et par les erreurs de transmission. La comparaison du même paramètre calculé à l'entrée et à la sortie d'un système vidéo numérique est effectuée sur une image I_t indexée à l'instant t . Elle contribue à l'identification des dégradations générées par ce système. La formulation mathématique utilisée pour la comparaison est :

$$\log_ratio(I_t) = \log_{10} \left[\frac{SA(I_t)_e}{SA(I_t)_s} \right]$$

Le paramètre définitif pour la mesure de la dégradation liée à la perte d'informations est le paramètre MLR :

$$MLR_M = \text{Maximum}_M[\log_ratio(I_t)]$$

5 Cet indicateur est calculé sur une séquence de M images. Cette option permet d'avoir une information réduite concernant une période de temps. Elle permet d'avoir une note de qualité sur : $T = M \times 1/25$ seconde, ou plus généralement $T = M/NI$, NI désignant le nombre
10 d'images par seconde.

La procédure de calcul de la perte d'information se présente par exemple comme suit :

- a) sélection d'une image à l'entrée du système,
- 15 b) calcul de $SA(I_t)_e$ pour cette image,
- c) indexation de cette image avec sa date et son paramètre associé SA_e ,
- d) transmission de paramètres de référence vers la sortie du système,
- 20 f) calcul de $SA(I_t)_s$ pour cette image,
- g) calcul du $\log_ratio(I_t)$ pour chaque image I_t ,
- h) calcul de la note de qualité MLR pour chaque séquence de M images.

25 On notera que le procédé pourrait également être mis en oeuvre en faisant "remonter" vers l'entrée les valeurs de SA calculées pour chaque image de sortie.

Un avantage du procédé est que chaque image à l'entrée et à la sortie est caractérisé par la valeur du paramètre SA, ce qui signifie qu'il n'est besoin de
30 transmettre en tant que paramètre P_e qu'une seule donnée par image pour caractériser les dégradations (autres que l'effet de bloc) par opposition à des procédés de l'art antérieur qui nécessitent de transmettre un grand nombre
35 de données permettant d'effectuer une comparaison par

différence pixel à pixel entre les images référence et dégradée.

La comparaison effectuée à partir du facteur MLR traduit une mesure de la qualité des images finales et par conséquent informe sur les performances du système de codage mis en oeuvre lors de la transmission.

Afin de valider la pertinence du facteur MLR, nous avons confronté les résultats obtenus aux notes obtenues par des panels de personnes représentatives lors de tests subjectifs. Le fort coefficient de corrélation obtenu entre l'évaluation objective et subjective nous démontre l'efficacité d'un tel paramètre.

Dans les séquences vidéo codées à faible débit, la distorsion par effet de bloc se manifeste par des discontinuités du contenu de l'image aux limites des blocs adjacents. Cet artefact est visible sur les zones de faible ou de grande activité spatiale et aussi sur les zones de forte ou de faible luminosité. Il est dû à un codage inter-blocs indépendant et à une quantification grossière du contenu de chaque bloc. Le coefficient continu $F(0,0)$ de la transformée TCD représente la moyenne des valeurs de luminance d'un bloc. Le codage des coefficients continus de deux blocs, adjacents spatialement, à des valeurs sensiblement différentes est une des causes de cette dégradation. Les autres coefficients transformés, qui représentent les composantes alternatives, traduisent les différentes évolutions contenues dans le bloc. Le codage et la quantification grossière de ces coefficients génère également l'effet de bloc dans les zones des contours. Des erreurs dans le flux numérique influent sur la compensation de mouvement. Ceci se traduit par un effet au niveau des blocs ou des macro-blocs.

Selon l'invention, un paramètre de mesure de l'effet de bloc met en oeuvre une comparaison de deux paramètres calculés de chaque côté du système vidéo.

L'indicateur proposé permet d'évaluer l'importance de l'information visuelle erronée apportée par la grille structurée de blocs 8x8 visible dans les images en sortie de chaîne.

5 Les bordures des blocs 8x8 ou les discontinuités de contours sont considérées comme une information perceptible et additionnelle dans l'image. Sachant que le codage est réalisé de manière indépendante pour les blocs adjacents, les pertes d'information
10 internes aux blocs génèrent des discontinuités de contenu, voire même l'apparition de nouveaux contours sur les frontières.

Un procédé adapté à cette dégradation selon l'invention repose sur le calcul de deux paramètres :
15 l'activité spatiale globale SA (voir supra) et l'activité spatiale globale décalée SA_d (voir fig.2).

Le paramètre SA reste non affecté par les effets de bloc, puisqu'il est réalisé à partir de ces mêmes blocs et de manière alignée sur leur grille. Afin
20 de souligner la contribution des contours et des défauts autour des blocs, on détermine l'activité spatiale décalée SA_d . Elle permet de mettre en exergue les artefacts aux frontières. A partir de la même définition de SA, SA_d est calculée avec de préférence un décalage de
25 $N/2 = 4$ pixels horizontalement et de $N/2 = 4$ pixels verticalement. On remarquera que l'activité spatiale décalée SA_d peut être calculée en effectuant un décalage de 1 à N-1 pixels (et de préférence $N/2$ pixels) seulement dans la direction horizontale, ou seulement dans la
30 direction verticale, de manière à évaluer l'effet de bloc horizontal ou bien l'effet de bloc vertical.

Les deux paramètres sont issus d'une somme sur la zone d'intérêt ou sur l'image entière. Une comparaison entre les deux indicateurs met en valeur l'apport de
35 l'information des contours au bord des blocs. Un nouveau

paramètre, est donc introduit, SA_{ratio} dans l'équation suivante.

$$SA_{ratio}(t) = 100 \cdot \frac{SA_d(t)}{SA(t)}$$

5 SA_{ratio} n'est pas seulement sensible aux contours ou discontinuités aux bords des blocs mais il l'est également au contenu d'origine des blocs. Il est par conséquent nécessaire, pour mesurer spécifiquement la dégradation introduite par un système vidéo, d'en
10 extraire l'information apportée par le contenu original de l'image.

L'indicateur définitif pour la mesure et la détection de l'effet de bloc introduit par un système vidéo est calculé à partir des valeurs SA_{ratio} obtenues à
15 l'entrée et à la sortie du-dit système.

Ces valeurs sont considérées respectivement comme valeur du signal référence à l'entrée (SA_{ratio}_e) et valeur du signal dégradé à la sortie (SA_{ratio}_s). L'indicateur de l'effet de bloc BM est défini par
20 l'équation suivante.

$$BM_{SA} = 100 \cdot \frac{SA_{ratio}_e}{SA_{ratio}_s}$$

Le procédé de détection de l'effet de bloc
25 peut être mis en oeuvre par exemple comme suit :

- a) sélection d'une image à l'entrée du système,
- b) calcul de $SA(I_t)_e$, $SA_d(I_t)_e$ et $SA_{ratio}(I_t)_e$ pour cette image,
- 30 c) indexation de cette image avec sa date et son paramètre associé,
- d) transmission de données de référence vers la sortie du système,
- e) identification de la même image indexée à
35 la sortie du système,

f) calcul de $SA(I_t)_s$, $SA_d(I_t)_s$ et $SA_{ratio}(I_t)_s$ pour la même image à la sortie du système,

g) calcul du BM_{SA} pour chaque image I_t ,

h) calcul de la moyenne de BM_{SA} pour chaque
séquence de M' images (avec par exemple $M' = M$). Cette
note qualifie la séquence pour la dégradation en
question.

La figure 3 démontre l'importance décroissante
de BM_{SA} pour 4, 6 et respectivement 9Mbits/s. Cette
remarque est valable spécialement dans la dernière partie
de la séquence vidéo. En effet, pendant cette période le
contenu spatial et temporel de la séquence choisie évolue
brutalement. Ceci provoque une baisse de la qualité des
images finales due à une réduction de débit. Le codage
par quantification des coefficients TCD provoque
l'apparition de l'effet de bloc, et ce d'autant plus que
le codage est grossier.

Les dégradations dans les séquences d'images
numériques codées ont des formes spatiales ou
temporelles. En effet, des erreurs de codage ou de
transmission peuvent affecter le contenu spatial :
contours, objets et structures contenus dans le signal.
Cependant, elles peuvent également entacher l'évolution
temporelle de la séquence vidéo : saccades, gel d'images
ou déplacements erronés d'objets.

Afin d'identifier les dégradations temporelles
qui altèrent les séquences vidéo, nous avons défini un
paramètre supplémentaire appelé "Activité Temporelle" TA.
Il traduit les évolutions du contenu des séquences
d'image dans le temps. Il est sensible aux différents
événements qui peuvent survenir et affecter le signal.

L'indicateur spatial $SA(I_t)$ traduit le contenu
de l'image courante dans la séquence à un instant t . Les
variations temporelles de $SA(I_t)$ représentent les
évolutions temporelles du contenu de l'image et donc
elles traduisent les changements survenus (voir fig.4a).

Le signal mono-dimensionnel $SA(I_t)$ d'activité spatiale globale de l'image est proportionnel à la richesse du contenu. Dans le cas mono-dimensionnel, la TCD est une transformation qui fait correspondre à un ensemble de M points $f(x)$ une série de M fréquences. Elle se définit par :

$$F(u) = \sqrt{\frac{2}{N}} c(u) \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \cos\left(\left(\frac{2x+1}{2N}\right) \pi u\right)$$

$$c(u) = 1/\sqrt{2} \quad \text{si } u = 0$$

$$c(u) = 1 \quad \text{si } u \neq 0$$

$$F(0) = \sqrt{\frac{2}{N}} c(0) \sum_{x=0}^{N-1} f(x)$$

Sur toute fenêtre de M échantillons temporels du signal $SA(I_t)$ est appliquée une transformée en cosinus discrète TCD. Cette nouvelle représentation traduit les fréquences temporelles du signal et par conséquent l'activité de la séquence d'image. La première raie $F(0)$ est la composante continue, les autres raies $F(u)$ avec $u \neq 0$ sont les composantes alternatives.

La composante continue du spectre renseigne sur la valeur moyenne de la richesse du contenu sur M images. Les fréquences alternatives informent sur les variations temporelles du contenu. Seule l'amplitude des raies est prise en considération.

$$TCD_T = TCD(SA(I_t)) = \left\{ F_0(u) \quad u = 0.. M-1 \right\}$$

Le spectre TCD_T (voir fig.4c) du signal SA (voir fig.4b) informe sur les évolutions temporelles de la séquence vidéo et par conséquent traduit toute dégradation modifiant ces évolutions. $F(0)$ par définition représente la moyenne du signal $SA(I_t)$ pendant les M images de sortie considérées dans la séquence. Les amplitudes des composantes alternatives $F(u)_{u \neq 0}$ traduisent la manière avec laquelle change le contenu de la vidéo : variations rapides (clips vidéo), modifications lentes

("travelling"), plans fixes, etc... Afin d'exploiter les propriétés de l'analyse dans le domaine transformé, un paramètre TA a été défini. Il est calculé pour un groupe de M images.

5

$$TA = \sqrt{\sum_{u=1}^M F^2(u)}$$

TA indique l'amplitude des fluctuations de l'activité SA dans la séquence. Il traduit tout événement temporel de la séquence et par conséquent : les coupures et les gels d'images. TA est comparé à un seuil donné S_1 établi empiriquement, en dessous duquel on considère qu'on se trouve en présence d'une coupure ou d'un gel d'images.

Le procédé de détection des coupures et des gels d'image peut être mis en oeuvre par exemple comme suit :

- a) sélection d'un groupe d'images,
- b) calcul de $SA(I_t)$ pour chaque image,
- c) calcul de la TCD_T et de TA,
- 20 d) - si $TA < S_1$ et si $F(0) < S_2$, alors le groupe d'images est une succession de la même image uniforme (en pratique coupure noire).
- si $TA < S_1$ et si $F(0) > S_2$, alors le groupe d'images est une succession de la dernière image non erronée gelée par le décodeur.
- 25 - si $TA > S_1$, retour à a.

Le phénomène de gel d'images est une dégradation caractéristique qui apparaît lors d'erreurs sur la chaîne complète de distribution du signal de télévision. Le paramètre d'activité temporelle TA est applicable dans ce cas de figure. En effet, il détecte cet événement qui est lié à la stratégie du décodeur. Le gel d'images prend deux formes :

- 1. restitution des dernières données images non corrompues,
- 35

2. visualisation d'une image uniforme (souvent noire), et ceci tant que les données reçues sont inexploitable.

La famille de codage MPEG introduit la notion
5 de groupe d'images ("Group of Pictures GOP"). Cette structure de la séquence est liée à une syntaxe définissant les algorithmes prédictifs à réduction de débit qui sont appliqués à chaque image (images codées sans prédiction : Intra - I, images prédictives
10 unidirectionnelles P, images prédictives Bidirectionnelles B). La particularité de chaque image influe sur l'aspect de l'impact des différentes erreurs qui l'affectent.

L'indicateur défini ici traduit les événements temporels qui surviennent durant la séquence vidéo. Il
15 permet par conséquent d'identifier et de comptabiliser les ruptures temporelles des séquences. Par la même occasion il représente un paramètre de qualification de la qualité du service.

L'invention ne se limite pas aux modes de
20 réalisation décrits. En particulier, l'effet de bloc pourrait être évalué de manière intrinsèque sur l'image de sortie. Le procédé est alors caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

d1) déterminer l'activité spatiale globale SA_{d2}
25 de l'image de sortie dans une fenêtre d'analyse décalée présentant des blocs de points image ou pixels qui sont décalés d'au moins un pixel dans la direction des lignes de l'image et/ou dans une direction perpendiculaire à la direction des lignes de l'image par rapport auxdits blocs
30 de pixels de ladite fenêtre d'analyse, cette détermination mettant en oeuvre les sous-étapes suivantes:

i) appliquer ladite transformée par blocs sur chaque bloc décalé (n,m) dudit ensemble de blocs de pixels de la fenêtre d'analyse décalée pour déterminer
35 les coefficients transformés $F_{d,n,m}(i,j)$,

- ii) déterminer à partir des coefficients transformés $F_{d,n,m}(i,j)$ des blocs décalés, l'activité spatiale bsa_d de chaque bloc dudit ensemble de blocs décalés,
- 5 iii) déterminer l'activité spatiale globale SA_{d2} de l'ensemble des blocs décalés constituant la fenêtre d'analyse décalée,
- 10 e1) comparer l'activité spatiale globale SA_{d2} de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse décalée et l'activité spatiale globale SA_2 de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse.

15 L'invention peut être mise en oeuvre à l'aide de transformées par blocs linéaires et orthogonales telles que la transformée en cosinus discrète TCD, la transformée en sinus discrète, la transformée de Fourier, la transformée de Haar, la transformée d'Hadamard, la transformée de Slant ou bien encore une transformée en ondelettes (DWT) dont les coefficients ont été réorganisés pour obtenir les blocs transformés.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'évaluation de la dégradation d'une image vidéo codée par blocs de points images ou pixels, cette dégradation étant générée par un système de codage et/ou de stockage et/ou de transmission, produisant une image de sortie à partir d'une image d'entrée, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

a) sélectionner une image d'entrée et déterminer une activité spatiale (SA) de l'image d'entrée dans une fenêtre d'analyse représentant au moins une partie de l'image qui présente un ensemble de dits blocs de points images ou pixels, cette détermination mettant en oeuvre les sous-étapes suivantes :

i) déterminer pour chaque bloc (n,m) du dit ensemble de blocs de pixels, les coefficients transformés $F_{n,m}(i,y)$ par une transformée par blocs selon les dits blocs

ii) déterminer à partir des coefficients transformés $F_{n,m}(i,y)$ l'activité spatiale bsa de chaque bloc dudit ensemble de blocs de pixels

iii) déterminer à partir de l'activité spatiale de bsa de chaque bloc l'activité spatiale globale (SA₁) de l'ensemble des blocs de pixels constituant la fenêtre d'analyse

b) sélectionner l'image de sortie correspondant à l'image d'entrée et déterminer ladite activité spatiale globale (SA₂) de l'image de sortie dans ladite fenêtre d'analyse, en mettant en oeuvre pour l'image de sortie les sous-étapes a i) à a iii)

c) comparer l'activité spatiale globale (SA₂) de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse et l'activité spatiale globale (SA₁) de l'image d'entrée dans la fenêtre d'analyse.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'activité spatiale bsa d'un bloc (n,m) est déterminée par la formule suivante :

$$bsa_{n,m} = \left(\sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 (k(i,j) \cdot F_{n,m}(i,j))^p \right) - (k(0,0) \cdot F_{n,m}(0,0))^p$$

où k(i,j) est un coefficient constant de la pondération pour la composante i,j utilisée et p une constante.

3. Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'activité spatiale SA de l'ensemble des blocs peut être alors déterminée par la formule suivante :

$$SA = \overline{bsa_{n,m}} = \frac{1}{H \times W} \sum_{n=0}^{H-1} \sum_{m=0}^{W-1} bsa_{n,m}$$

(HxW) représentant le nombre de blocs de pixels dans la fenêtre d'analyse.

4. Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce que ladite comparaison (étape c) est effectuée à l'aide d'un paramètre LR défini de la manière suivante :

$$\begin{aligned} LR &= g_j [f_i(SA_1/SA_2)] \text{ avec } i,j \in \{1,2\} \\ \text{avec } f_1(x,y) &= x-y \text{ ou } f_2(x,y) = x/y \\ \text{et } g_1(x) &= 100|x| \text{ ou } g_2(x) = 100|\log(|x|)| \end{aligned}$$

25

5. Procédé selon la revendication 4 caractérisé en ce qu'il met en oeuvre le calcul du paramètre LR sur une séquence de M images d'entrée et de M images de sorties correspondants, et en ce qu'il met en oeuvre le calcul d'un paramètre d'évaluation ou note de qualité MLR défini de la manière suivante :

$$MLR = \text{Maximum}_m (LR)$$

6. Procédé selon une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte la détermination d'un indicateur d'activité temporelle TA

pour un groupe de M images, déterminé de la manière suivante :

$$TA = \sqrt{\sum_{u=1}^{M-1} F_{SA}^2(u)}$$

5 $F_{SA}(u)$, pour u variant de 0 à M-1, désignant les M coefficients d'une transformée par blocs appliquée à M échantillons temporels de l'activité spatiale SA.

7. Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce qu'il comporte une étape de comparaison
10 de l'indicateur d'activité temporelle TA à un seuil donné S_1 , de manière à déterminer la présence d'une coupure ou d'un gel d'image.

8. Procédé selon une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte, en vue de
15 la détermination de manière intrinsèque de l'effet de bloc, les étapes suivantes :

d1) déterminer l'activité spatiale globale SA_{d2} de l'image de sortie dans une fenêtre d'analyse décalée présentant des blocs de points image ou pixels qui sont
20 décalés d'au moins un pixel dans la direction des lignes de l'image et/ou dans une direction perpendiculaire à la direction des lignes de l'image par rapport auxdits blocs de pixels de ladite fenêtre d'analyse, cette détermination mettant en oeuvre les sous-étapes suivantes

25 i) appliquer ladite transformée par blocs sur chaque bloc décalé (n,m) dudit ensemble de blocs de pixels de la fenêtre d'analyse décalée pour déterminer les coefficients transformés $F_{dn,m}(i,j)$,

ii) déterminer à partir des coefficients transformés $F_{dn,m}(i,j)$ des blocs décalés, l'activité spatiale bsa_d de chaque bloc dudit ensemble de blocs décalés,
30

iii) déterminer l'activité spatiale globale SA_{d2} de l'ensemble des blocs décalés constituant la
35 fenêtre d'analyse décalée,

e1) comparer l'activité spatiale globale SA_{d2} de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse décalée et l'activité spatiale globale SA_2 de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse.

5 9. Procédé selon une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte, en vue de la détermination de l'effet de bloc, les étapes suivantes

d2) déterminer l'activité spatiale globale SA_{d1} de l'image d'entrée dans une fenêtre d'analyse décalée
10 présentant des blocs de points image à pixels qui sont décalés d'au moins un pixel dans la direction des lignes de l'image et/ou dans une direction perpendiculaire à la direction des lignes de l'image par rapport auxdits blocs de pixels de ladite fenêtre d'analyse, cette
15 détermination mettant en oeuvre les sous-étapes suivantes

i) appliquer une transformée par blocs sur chaque bloc décalé (n,m) dudit ensemble de blocs de pixels de la fenêtre d'analyse décalée pour déterminer les coefficients transformés $F_{dn,m}(i,y)$,

20 ii) déterminer à partir des coefficients transformés $F_{dn,m}(i,y)$ des blocs décalés, l'activité spatiale bsa_d de chaque bloc dudit ensemble de blocs décalés,

iii) déterminer l'activité spatiale globale
25 SA_{d1} de l'ensemble des blocs décalés constituant la fenêtre d'analyse décalée,

e) déterminer l'activité spatiale SA_{d2} de l'image de sortie dans ladite fenêtre d'analyse décalée en mettant en oeuvre les sous-étapes d₂ i) à d₂ iii)

30 f) comparer d'une part l'activité spatiale SA_{d2} de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse décalée et l'activité spatiale SA_2 de l'image de sortie dans la fenêtre d'analyse, pour évaluer l'effet de bloc dans l'image de sortie et d'autre part l'activité
35 spatiale SA_{d1} de l'image d'entrée dans la fenêtre d'analyse décalée et l'activité spatiale SA_1 de l'image

d'entrée dans la fenêtre d'analyse pour évaluer l'effet de bloc dans l'image d'entrée.

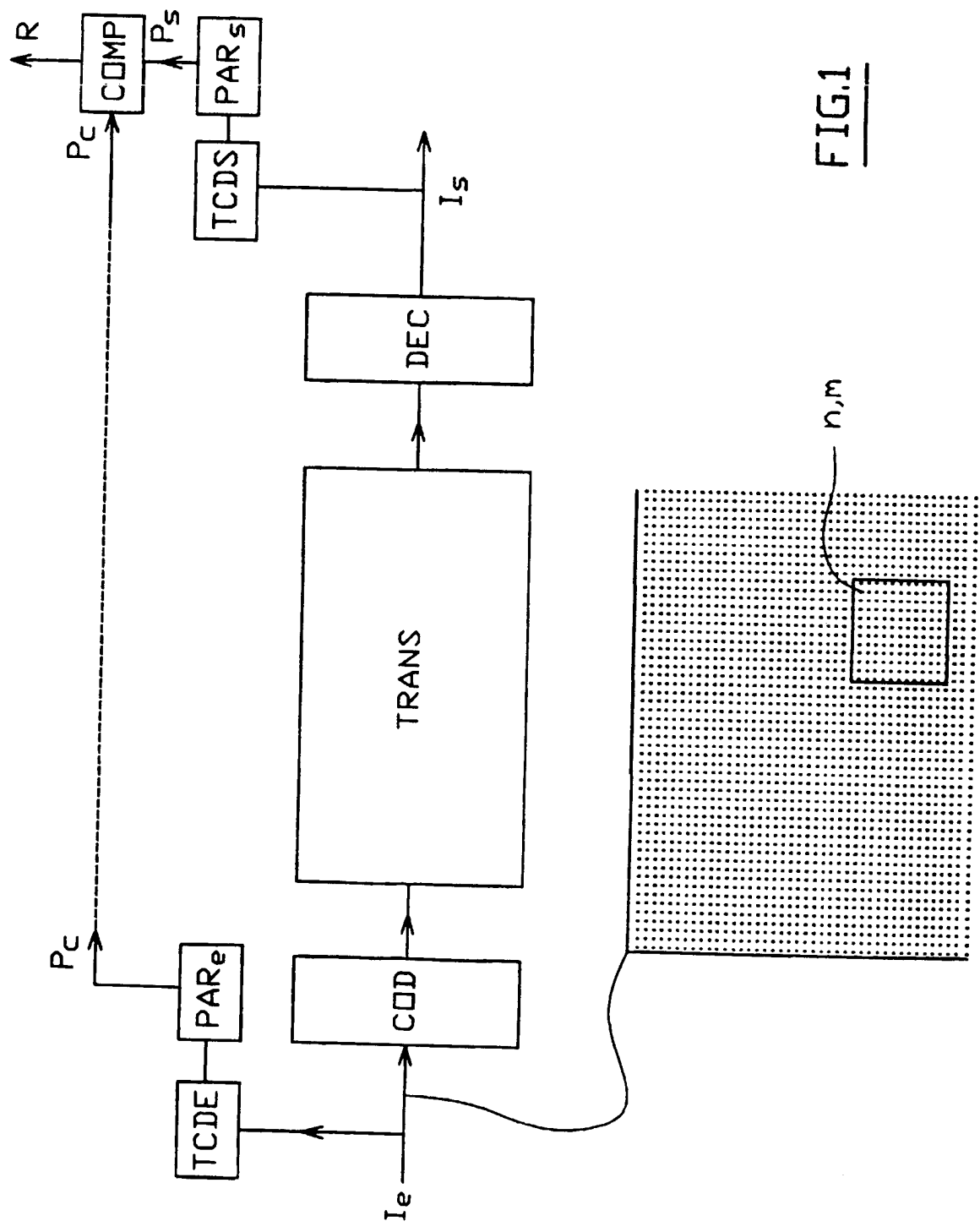
10. Procédé selon la revendication 9 caractérisé en ce que l'étape f met en oeuvre la
5 détermination d'un indicateur BM d'effet de bloc, selon la formule suivante :

$$BM = \frac{SA_{d2} / SA_2}{SA_{d1} / SA_1} \times 100$$

10

11. Procédé selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite transformée par blocs est une transformée linéaire et orthogonale, notamment une transformée en cosinus discrète TCD ou une
15 transformée en sinus discrète ou une transformée de Fourier ou de Haar ou de Hadamar ou de Slant.

12. Procédé selon une des revendications 1 à
10 caractérisé en ce que ladite transformée par blocs est une transformée en ondelettes (DWT) dont les coefficients
20 ont été réorganisés pour obtenir des blocs transformés.



2/3

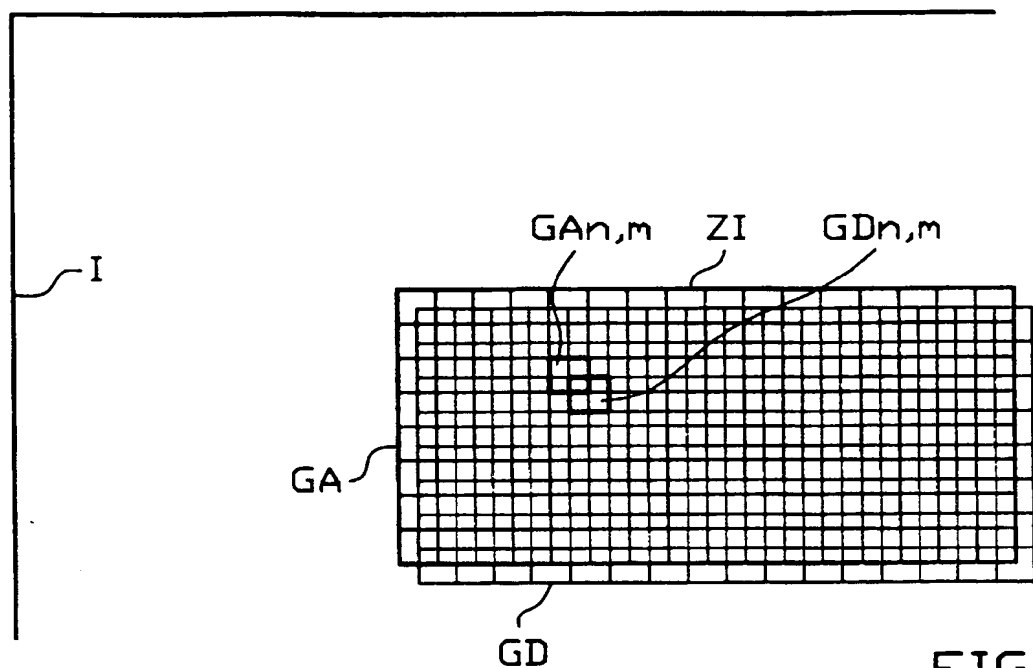


FIG.2

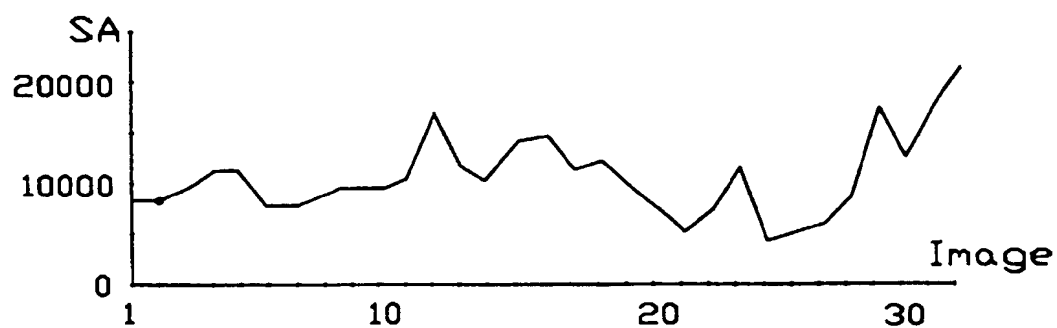


FIG.4a

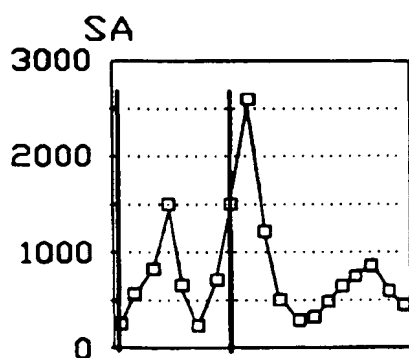


FIG.4b

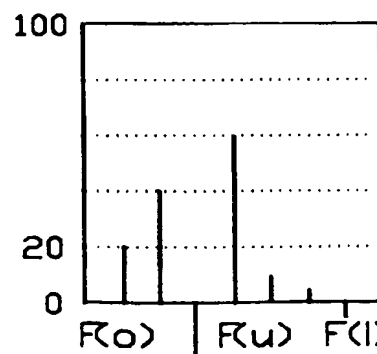


FIG.4c

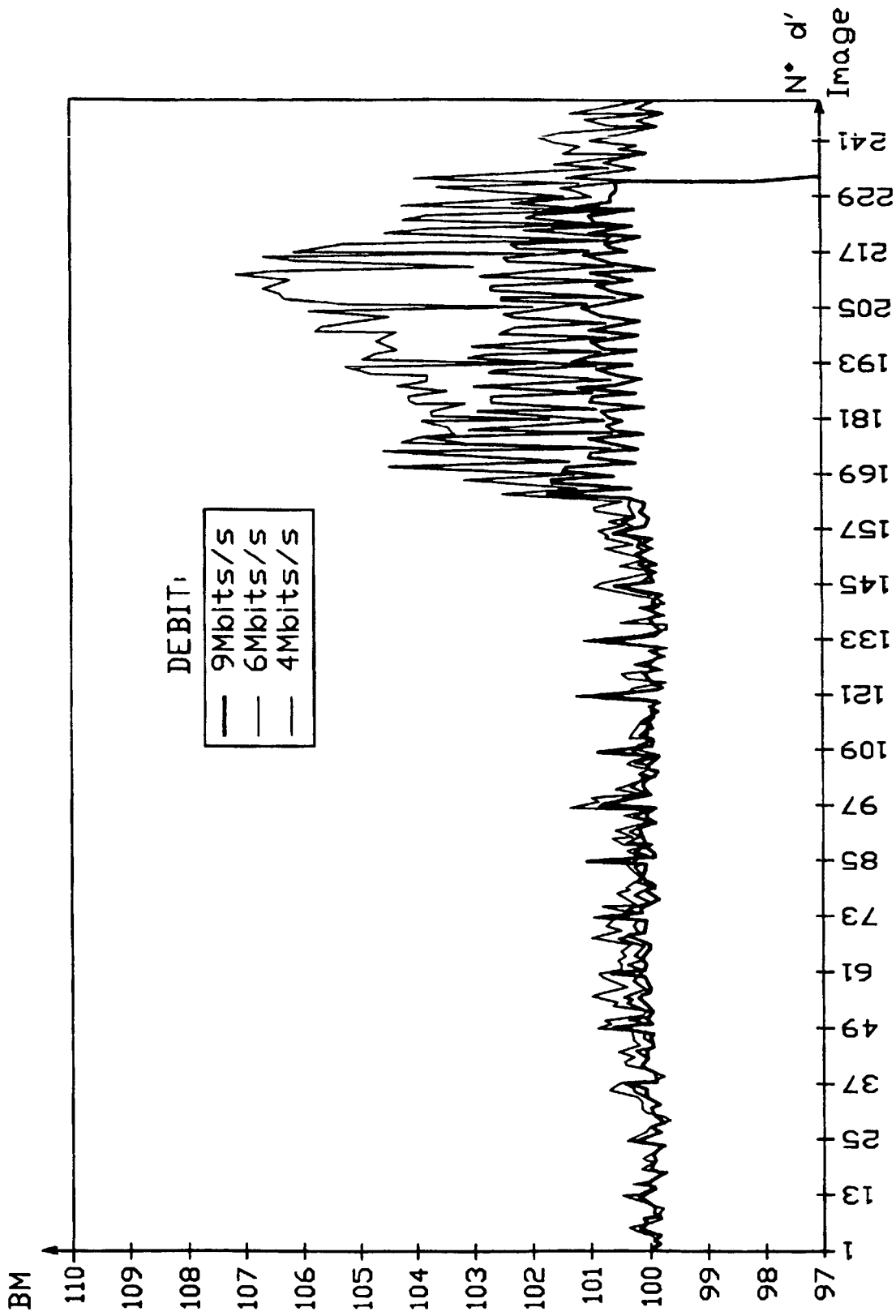


FIG.3

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 549570

FR 9712414

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US 5 574 500 A (HAMADA TAKAHIRO ET AL) 12 novembre 1996	1,11
A	* abrégé * * colonne 3, ligne 66 - colonne 4, ligne 59 * * figure 2 *	2-10
X	US 5 214 508 A (STEVENS DOUGLAS C) 25 mai 1993	1,11
Y	* abrégé *	12
A	* colonne 2, ligne 28 - colonne 4, ligne 34 * * figure 1 *	2-10
D,Y	DE QUEIROZ R ET AL: "WAVELET TRANSFORMS IN A JPEG-LIKE IMAGE CODER" IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, vol. 7, no. 2, avril 1997, pages 419-424, XP000687660	12
A	* page 420, ligne 14 - page 420, ligne 22 * * figure 1 *	1
A	WO 93 19434 A (ZORAN CORP) 30 septembre 1993 * abrégé * * page 12, ligne 10 - page 12, ligne 20 *	2,3
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
22 juin 1998		Hampson, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)